

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 14 AUG 2000

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 199 26 202.0

Anmeldetag: 09. Juni 1999

Anmelder/Inhaber: Technische Universität München Lehrstuhl für
Thermische Kraftanlagen, Garching b München/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zur Vergasung biogener Einsatzstoffe

IPC: C 10 J, C 10 G

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Anmeldung.

München, den 13. Juli 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Vorrichtung zur Vergasung biogener Einsatzstoffe

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Vergasung von biogenen Einsatz-
10 stoffen, wie z. B. Ernteabfälle, Energiepflanzen (Miskantus) oder Holzhack-
schnittsel. Insbesondere dient die Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngasen
mit einem Heizwert von mindestens 8000 bis 10 000 kJ/m³.

Die energetische Nutzung vorstehend genannter Einsatzstoffe ist derzeit
15 weitgehend auf die Verbrennung beschränkt. Die Technologien zur Verga-
sung sind überwiegend auf die Erzeugung von Schwachgasen mit einem
Heizwert unter 6000 kJ/kg ausgerichtet. Diese Gase sind jedoch für eine
Nutzung z. B. in Gasturbinen oder Brennstoffzellen nicht geeignet.

20 Um Gase mit einem Heizwert von 8000 bis 10 000 kJ/m³ zu erzeugen, muß
eine sogenannte allotherme Vergasung durchgeführt werden. Dazu ist es er-
forderlich, dem zu vergasenden Brennstoff ausreichend externe Wärme auf
einem hohen Temperaturniveau von 500 bis 900 Grad Celsius zuzuführen,
was bisher mit einem hohen technischen Aufwand verbunden ist.

25

Ein wesentliches Vergasungsverfahren mit großer Einsatzbreite ist das Wir-
belschichtverfahren. Mit diesem Verfahren können auch kleinere Anlagen
wirtschaftlich betrieben, jedoch keine hochkalorischen Gase erzeugt werden.
Für die allotherme Vergasung in Wirbelschichten werden derzeit im wesentli-
30 chen folgende Verfahren und Vorrichtungen untersucht.

Batelle-Vergaser

Beim Batelle-Vergaser (zweistufige Wirbelschichtvergasung) wird die Reaktionswärme für die Wirbelschicht in einer externen Wirbelschichtverbrennung erzeugt. Die Übertragung der Wärme erfolgt durch Austausch des heißen Sandbettes und ist daher mit einem hohen technischen Aufwand verbunden.
5 vergl. Peter Jansen, Thermische Vergasung von nachwachsenden Roh- und organischen Reststoffen; Institutsberichte der Bundesanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig, 1997.

10 DMT-Vergaser

Im DMT-Vergaser soll ein wesentlicher Teil der für die Vergasung notwendigen Wärme dadurch eingebracht werden, daß für die Fluidisierung überhitzter Wasserdampf mit einer Temperatur von 750°C verwendet wird. Zusätzlich sollen für die Vergasung von Biomasse Wärmetauscherrohre durch das Wirbelbett geleitet werden, durch die Rauchgas mit einer Temperatur von 1150°C strömt. Der Nachweis, daß mit dieser Vorrichtung Heizwerte von ca. 10 000 kJ/kg erzielbar sind, erscheint nach dem derzeitigen Kenntnisstand kaum möglich. Vorrichtungen, die nach diesem Prinzip arbeiten, sind in den Dokumenten US 5,064,444 und US 5,439,491 offenbart.

20

Zur Erhöhung des chemischen Umsatzes wurde daher versucht, den Wärmeeintrag in das Wirbelbett durch den Einsatz von Pulsbrennern zu erhöhen, wie in dem Dokument US 5,306,481 offenbart. Dieser Weg ermöglicht prinzipiell einen höheren Wärmeeintrag und somit einen chemischen Umsatz, der für
25 eine allotherme Vergasung erforderlich ist. Der Einsatz von Pulsbrennern ist jedoch relativ aufwendig.

Weiterhin ist aus der US 4,160,720 eine Vorrichtung zur Vergasung von Teersand bekannt, bei der eine Wärmeübertragung in den Reaktionsraum mittels Wärmeleitrohre (Heat-pipes) erfolgt. Bei dieser Vorrichtung durchläuft der
30 Teersand das Reaktionsbett und die Verbrennungszone. Da sich das Pyrolysegas mit dem Rauchgas mischt, verringert sich der Heizwert dieses Gases.

das sich nicht für den unmittelbaren Einsatz für Gasturbinen oder für Brennstoffzellen eignet.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Vergasung von biogenen Einsatzstoffen bereitzustellen, die eine einfache Konstruktion und sichere Arbeitsweise gewährleistet und mit der Brenngase mit einem Heizwert von mindestens 8000 bis 10 000 kJ/m³ erzeugt werden können.

Die Aufgabe wird mit einer Vorrichtung nach Anspruch 1 gelöst.

10

Die Erfindung weist folgende Merkmale auf:

Eine druckaufgeladene Wirbelschichtvergasungskammer weist eine druckfeste Schleuse zur Aufnahme der zu vergasenden Einsatzstoffe auf. Die Wirbelschichtvergasungskammer ist mit einer Filterkammer über einen Verbindungskanal verbunden, so daß das entstehende Gas von der Wirbelschichtvergasungskammer in die Filterkammer überströmen kann, wo es durch die Filterschicht geleitet wird.

Weiterhin ist eine Wirbelschicht-Brennkammer vorgesehen, die über einen aufwärts zur Filterkammer gerichteten Feststoff-Strömungskanal mit der Filterkammer verbunden ist, wobei der Feststoff-Strömungskanal vorzugsweise senkrecht, aber immer so geneigt und dimensioniert ist, daß beim Freiblasen des unteren Ausblasabschnitts des Feststoff-Strömungskanals der Feststoff unter der Wirkung der Gravitationskraft von selbst nach unten nachrutscht.

25

Damit die Filterschicht durch die aus dem Brenngas ausgefilterten Stoffe nicht anwächst, wird ein Teil der aufwachsenden Filterschicht ständig durch den Feststoff-Strömungskanal in die Wirbelschicht-Brennkammer abgezogen. Da die ausgefilterten Stoffe (Asche und Restkokspartikel) teilweise noch brennbar sind, werden sie in der Wirbelschicht-Brennkammer verbrannt. Der Abzug der Filterschicht erfolgt über eine spezielle Ausblasvorrichtung am unteren Endabschnitt des Feststoff-Strömungskanals. Eine weitere Ausblasvor-

richtung ist am oberen Endabschnitt des Feststoff-Strömungskanals vorgesehen. Diese dient dazu, die Filterschicht umzuschichten und/oder aufzulokern.

5 Mittels einer Wärmeleitrohranordnung (Heatpipes) wird die Wärme aus der Wirbelschicht-Brennkammer in das Vergasungsbett der Wirbelschichtvergasungskammer geleitet, um die für die Vergasung erforderliche Temperatur bereitzustellen.

10 Durch dem Fachmann bekannte Maßnahmen der Steuer- und Regeltechnik und speziell über die Messung der Gasdrücke wird ermittelt, wann und wie häufig die Ausblasvorrichtungen betätigt werden müssen, um einen optimalen Wirkungsgrad zu erhalten.

15 Der besondere Vorteil der Erfindung besteht darin, daß je nach Einstellung der Druckverhältnisse entweder mehr Gas oder mehr Rauchgas (Wärme) erzeugbar ist. Die Einstellung des gewünschten Gas/Rauchgasverhältnisses erfolgt zweckmäßigerweise durch eine Querschnittsänderung des Rauchgas-Austrittskanals, z. B. durch eine Rauchgasklappe.

20

Bei einer Weiterbildung nach Anspruch 2 ist die Wirbelschichtvergasungskammer räumlich über der Filterkammer und die Filterkammer über der Brennkammer angeordnet. Diese Anordnung führt zu einer sehr kompakten Bauweise mit einer guten Energiebilanz.

25

Bei einer Weiterbildung nach Anspruch 3 ist eine zusätzliche Wärmetauschereinrichtung vorgesehen, die die Abwärme des abziehenden Rauchgases aufnimmt und an das Produktgas abgibt, was ebenfalls die Energiebilanz verbessert.

30

Bei einer Weiterbildung nach Anspruch 4 sind an den Wärmetauscherabschnitte der Wärmeleitrohre Wärmetauscherrippen angeordnet. Diese sind so

geformt, um mit den von den Fluidisierungsvorrichtungen erzeugten Fluidströmen und -wirbeln so in Wirkbeziehung zu gelangen, daß die fluidisierten Teilchen quer zu ihrer ursprünglichen Strömungsrichtung beschleunigt werden. So wird eine gute Quervermischung des Wirbelschichtbettes erzielt, die Verweilzeit der Teilchen im Wirbelschichtbett wird erhöht, Gasblasen werden gut dispergiert und der Wärmeübergang von den Wärmetauscherrippen zum Wirbelschichtbett wird wesentlich verbessert.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von zwei Ausführungsbeispielen in Verbindung mit beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

- Fig. 1 zeigt eine Schnittdarstellung einer ersten Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 3 zeigt die Wirkung der oberen Ausblasdüse.
- Fig. 4 zeigt die Wirkung der unteren Ausblasdüse.
- Fig. 5a,b,c zeigen verschiedene Wärmetauscherrippen an den Wärmetauscherabschnitten von Wärmeleitrohren.

20

Die Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform der Erfindung. Ein erster rohrförmiger Behälter 1 hat an seinem oberen Endabschnitt 1a eine druckfeste Schleuse 2 zur Einbringung der zu vergasenden Einsatzstoffe 3, die mittels des Pfeils symbolisch dargestellt sind. Im unteren Endabschnitt 1b des Behälters 1 ist eine Wirbelschicht-Brennkammer 4 vorgesehen, in die Dampf- und/oder Luftgemischzufuhrdüsen 5 hineinragen. Zum Anfahren, d. h. zum Anheizen, ist innerhalb der Wirbelschicht-Brennkammer 4 eine Brennstoffzufuhrdüse 6 zum Einblasen von Brenngas angeordnet, mit dem die Wirbelschicht-Brennkammer 4 angeheizt wird.

30

Ein zweiter rohrförmiger Behälter 7 ist konzentrisch in dem Behälter 1 angeordnet und erstreckt sich vom oberen Endabschnitt 1a bis zur Wirbelschicht-

Brennkammer 4. Dieser Behälter 7 ist an seinem oberen Endabschnitt 7a mit dem Ausgang der Schleuse 2 dicht verbunden. Am unteren Endabschnitt 7b des Behälters 7 ist ein Brenngasauslaß 8 zur Ableitung des gewonnenen Brenngases 9 angeordnet, der keine Verbindung zum Innenraum des Behälters 1 hat.

Im oberen Abschnitt des Behälters 7 ist eine Wirbelschichtvergasungskammer 10 angeordnet, die nachfolgend beschrieben wird.

10 Die Wirbelschichtvergasungskammer 10 ist ein oben offenes, rohrförmiges Gefäß 11. Das Gefäß 11 ist so angeordnet, daß die über die Schleuse 2 eingebrachten Einsatzstoffe 3 in das Gefäß 11 fallen. Am unteren Endabschnitt 11a des Gefäßes 11 ist ein Lochboden 12 angeordnet und darunter ist eine Wasserdampf-Einlaßdüse zum Einleiten von überhitztem Wasserdampf vorgesehen. 15 Überhalb des Lochbodens 12 ist eine Brennstoffzufuhrdüse 15 angeordnet, die zum Eintragen von Brennstoff dient, der zum Anfahren und ggf. zur Steuerung der Vergasung benötigt wird.

Die Wirbelschichtvergasungskammer 10 ist in dem Behälter 7 konzentrisch so 20 angeordnet, daß der verbleibende Ringspalt 16 einen vorbestimmten Querschnitt aufweist.

Im unteren Abschnitt des Behälters 7 ist eine Filterkammer 17 angeordnet, die nachfolgend beschrieben wird.

25

Die Filterkammer 17 besteht aus einem Wandungsabschnitt 7c des zweiten rohrförmigen Behälters 7 und einem Filterkammerlochboden 18, der über dem Brenngasauslaß 8 angeordnet ist. Ein Feststoff-Strömungskanal 19 ist rohrförmig ausgebildet und erstreckt sich von der Filterkammer 17 durch den Filterkammerlochboden 18 bis in die Wirbelschicht-Brennkammer 4, wobei der 30 untere Abschnitt 19a des Feststoff-Strömungskanals 19 nach oben gekrümmt ist. In diesen Abschnitt 19a ragt eine nach oben gerichtete untere

Ausblasdüse 20, deren Funktion später erläutert wird. Eine weitere, nach oben gerichtete obere Ausblasdüse 21 ist in dem oberen Abschnitt 19b des Feststoff-Strömungskanal 19 angeordnet.

- 5 Von der Wirbelschicht-Brennkammer 4 über die Filterkammer 17 bis zu der Wirbelschichtvergasungskammer 10 erstrecken sich Wärmeleitrohre 22 (Heat-pipes), wobei die in die Wirbelschicht-Brennkammer 4 hineinragenden Endabschnitte der Wärmeleitrohre 22 Wärme aufnehmen und die in die Wirbelschichtvergasungskammer 10 hineinragenden Endabschnitte die Wärme
10 dort wieder abgeben, um die erforderliche Vergasungstemperatur zu erzeugen.

- Im vorliegenden Beispiel sind an den Endabschnitten der Wärmeleitrohre 22, die in die Wirbelschichtvergasungskammer 10 hineinragenden, wendelförmige Wärmetauscherrippen 23 angeordnet, so daß durch die aufwärtsgerichtete
15 Dampf- und Bettmaterialströmung eine Querschleunigung erzeugt wird, wodurch nicht nur entstehende Blasen dispergiert werden, sondern auch eine Quervermischung im Vergaserbett erreicht wird, durch die die Verweilzeit der Brennstoffpartikel im Vergaserbett verlängert und damit der Umsatz bei der
20 Vergasung erhöht wird. Weiterhin wird der Wärmeübergang zwischen den Wärmetauscherrippen 23 und dem Vergaserbett wesentlich verbessert.

Nachfolgend wird der Vergasungsprozeß beschrieben:

- 25 Die Vergasungswirbelschicht mit den Einsatzstoffen 3 wird mit überhitztem Wasserdampf fluidisiert, der über den Lochboden 12 eingebracht wird, so daß eine gute Durchmischung der Wirbelschicht und der über die Schleusen-
vorrichtung eingebrachten Festbrennstoffe gewährleistet ist. Die prinzipielle Funktionsweise einer Wirbelschichtvergasung ist dem Fachmann bekannt und
30 wird daher hier nicht detailliert erläutert.

Der hohe Wärmeübergang von den Wärmeeintragsabschnitten 22 der Wärmeleitrohren 22 auf die Wirbelschicht garantiert einen hohen Wärmeeintrag in die Wirbelschichtvergasungskammer. Eine hohe Überhitzung des eingebrachten Wasserdampfes gewährleistet zusätzlich, daß für die Pyrolyse Temperaturen zwischen 500°C und 700°C und für die Vergasung Temperaturen bis 800°C im Vergasungsbett aufrecht erhalten werden können. Diese hohen Temperaturen führen zunächst zur Freisetzung flüchtiger Bestandteile der Brennstoffe und schließlich zur Umsetzung der freigesetzten Kohlenwasserstoffe (homogene Wasserdampfvergasung) und des Restkokes (heterogene Wasserdampfvergasung). Ein Wasserdampfüberschuß begünstigt die Umsetzung des zuvor gebildeten Kohlenmonoxids mit Wasserdampf in Kohlendioxid und Wasserstoff, wodurch der für die Nutzung in Brennstoffzellen wichtige Wasserstoffanteil zusätzlich erhöht wird.

Die in der Wirbelschichtvergasungskammer 10 gebildeten Brenngase 9 werden gemäß den Richtungen der Brenngas-Pfeile 9 durch den Ringspalt 16 in die Filterkammer 17 übergeleitet, in der zunächst Kokspartikel und Aschepartikel abgeschieden werden. Beim Durchströmen des Brenngases 9 durch das Filterfestbett reagiert das Brenngas mit noch nicht umgesetztem Wasserdampf, wodurch der Umsatz, unterstützt durch die katalytische Wirkung des Restkokes, weiter gesteigert wird.

Ein Teil des Brenngases 9 strömt über den Feststoff-Strömungskanal 19 in die Wirbelschicht-Brennkammer 4 und ein anderer Teil strömt über den Filterkammerlochboden 18 direkt in den Brenngasauslaß 8, um einer externen Nutzung zugeführt zu werden. Die Aufteilung der zwei Brenngasmengenströme wird durch den Druckverlust des Brenngases in dem Feststoff-Strömungskanal 19 bestimmt und weiterhin durch die Druckniveaus, die in der Filterkammer 17, der Leitung des Brenngasauslasses 8 und in der Wirbelschicht-Brennkammer 4 anliegen.

Die Überführung von Aschepartikeln und Restkokspartikeln aus der Filterschicht der Filterkammer 17 in die Wirbelschicht-Brennkammer 4 wird dadurch realisiert, daß stoßweise aus dem Abschnitt 19a des Feststoff-Strömungskanal 19 Filterbettmaterial ausgetragen wird. Dazu wird die Ausblasdüse 20 aktiviert.

Um Bettmaterial aus dem Feststoff-Strömungskanal 19 in die Filterschicht der Filterkammer 17 auszutragen, wird über die Ausblasdüse 21 Dampf eingeblasen, vergleiche Fig. 3. So wird erreicht, daß das Bettmaterial lagenweise die abgelagerte Asche und die Restkokspartikel bedeckt.

Das in die Wirbelschicht-Brennkammer 4 eingetragene Brenngas 9 wird zusammen mit den im Filterbett abgeschiedenen Teeren und Restkoksanteilen verbrannt. Ein Teil der dabei freigesetzten Wärme wird an die Wärmeaufnahmeabschnitte der Wärmeleitrohre 22 abgegeben, die die Wärme zu der Wirbelschichtvergasungskammer 10 leiten.

Der Rest der Wärme wird als fühlbare Wärme mit dem Rauchgas 24 aus der Wirbelschicht-Brennkammer 4 ausgetragen und außerhalb der Vorrichtung zur Heißdampferzeugung verwendet. Dieser Heißdampf wird ganz oder teilweise als Vergasungs- und Fluidisierungsmittel in die Vorrichtung zurückgeführt.

In der Wirbelschicht-Brennkammer 4 und in der Wirbelschichtvergasungskammer 10 sind bei dem vorliegenden Ausführungsform zusätzlich Düsen 6 und 15 für die Einleitung von flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen vorgesehen. Diese Düsen dienen vor allem zum Hochheizen der Vorrichtung während des Anfahrprozesses, um zum Beispiel flüssige biogene Brennstoffe einsetzen zu können oder um in externen Prozessen anfallende Brenngase oder flüssige Brennstoffe verwerten zu können. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn zum Beispiel beim Betrieb von Brennstoffzellen in Verbindung mit der Vergasungsvorrichtung in zwischengeschalteten Trennprozessen Wasser-

stoff abgetrennt wird und die anderen im Brenngas enthaltenen Bestandteile (Kohlenmonoxid, Methan und höhere Kohlenwasserstoffe) zur Wärmeerzeugung zurückgeführt werden sollen.

- 5 Für die Erzeugung von Warmwasser, Satttdampf oder überhitztem Dampf können Dampferzeugerrohre z. B. als Rippenrohre oder Tauchheizflächen ganz oder teilweise auch in die Wirbelschicht-Brennkammer integriert werden.
- 10 Ferner ist zu erwähnen, daß die Wirbelschicht-Brennkammer eine herkömmliche Ascheabfuhrereinrichtung aufweist.

Die Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Bei dieser Ausführungsform sind die Wirbelschichtvergasungskammer 10, die Filterkammer 15 17 und die Wirbelschicht-Brennkammer 4 nebeneinander angeordnet und ebenfalls über die Wärmeleitrohre 22 thermisch gekoppelt. Gleiche Funktionselemente sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Bei einer mit der ersten Ausführungsform übereinstimmenden Funktion wird auf eine nochmalige Erläuterung verzichtet und hiermit auf die Erläuterung zu Fig. 1 verwiesen.

20 sen.

Durch die druckfeste Schleuse 2 werden die zu vergasenden Einsatzstoffe 3 eingebracht und wie bei der ersten Ausführungsform vergast. Das Brenngas 9 tritt über den Kanal 16' in die Filterkammer 17 über, durchströmt diese und 25 tritt aus dem Brenngasauslaß 8 gefiltert aus. Ein Teil des Brenngases wird durch den Feststoff-Strömungskanal 19 geleitet und in der Wirbelschicht-Brennkammer 4 verbrannt.

Wie in der ersten Ausführungsform sind in den Endabschnitten 19a des Feststoff-Strömungskanals 19 Ausblasdüsen 20 und 21 angeordnet.

30

Die Fig. 3 zeigt die Funktion der oberen Ausblasdüse 21. Die Pfeile zeigen, wie das Material aufgewirbelt und umgeschichtet wird.

Die Fig. 4 zeigt die Funktion der unteren Ausblasdüse 20. Die Pfeile zeigen, wie Filtermaterial aus der Filterkammer abgezogen und der Brennkammer zum Verbrennen zugeführt wird.

Abschließend soll noch erwähnt werden, daß die spezielle Art des Materialaustrags mittels der Ausblasdüsen 21 und 22 durch eine mechanische Austragvorrichtung ersetzt werden könnte. Derartige Austragvorrichtung, z. B. Förderschnecken sind jedoch wesentlich teurer als Blasdüsen und unter den vorherrschenden Betriebsbedingungen extrem störanfällig, so daß diese Lösung verworfen wurde.

Die Fig. 5a, b, c zeigen unterschiedliche Ausführungsformen von Heiz- oder Kühlrippen an den Wärmetauscherabschnitten der Wärmeleitrohre, die eine intensive Quervermischung mit den dabei verbundenen Vorteilen bewirken. Da jedem Fachmann die Wirkung dieser Heiz- oder Kühlrippen durch die Abbildung sofort ersichtlich ist, wird auf eine Beschreibung verzichtet.

20

Die zwei unterschiedlichen Ausführungsformen der Erfindung zeigen, daß die der Erfindung zugrunde liegende technische Lehre nicht an eine konkrete spezielle konstruktive Ausführungsform gebunden ist. Vielmehr kann der Fachmann bei Kenntnis der technischen Lehre noch zu weiteren Modifikationen der Erfindung gelangen, ohne selbst erfinderisch tätig zu werden.

25

30

5

Ansprüche

1. Vorrichtung zum Erzeugen von Brenngas aus biogenen Einsatzstoffen durch allotherme Wasserdampfvergasung, wobei die Vorrichtung folgende Merkmale aufweist:
- 10 - eine druckaufgeladene Wirbelschichtvergasungskammer (10) mit einer druckfesten Schleuse (2) zur Aufnahme der zu vergasenden Einsatzstoffe (3),
 - eine Rauchgasregelvorrichtung in der Rauchgasableitung zur Einstellung des Verhältnisses von Rauchgas zu Produktgas,
 - eine Filterkammer (17), die über einen Verbindungskanal (16, 16') mit der
 - 15 Wirbelschichtvergasungskammer (10) verbunden ist,
 - eine Wirbelschicht-Brennkammer (4), die über einen aufwärts zur Filterkammer (17) gerichteten Feststoff-Strömungskanal (19) mit dieser verbunden ist und
 - einer Wärmeleitrohranordnung (22), die Wärme aus der Wirbelschicht-
 - 20 Brennkammer (4) aufnimmt und in der Wirbelschichtvergasungskammer (10) an das Vergasungsbett abgibt, wobei
 - in dem unteren Endabschnitt (19a) des Feststoff-Strömungskanals (19) eine erste Blasvorrichtung (20) angeordnet ist, um gesteuert Feststoffe pulsierend aus dem Filterbett der Filterkammer (17) in das Brennstoffbett der
 - 25 Wirbelschicht-Brennkammer (4) abziehen und
 - in dem oberen Endabschnitt (19b) des Feststoff-Strömungskanals (19) eine zweite Blasvorrichtung (21) angeordnet ist, um gesteuert das Filterbett der Filterkammer (17) umzuschichten und/oder aufzulockern.
- 30 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbelschichtvergasungskammer (10) über der Filterkammer (17) und die Filterkammer (17) über der Brennkammer (4) angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine zusätzliche Wärmetauschereinrichtung vorgesehen, die die Abwärme des abziehenden Rauchgases aufnimmt und an das Produktgas abgibt.

- 5 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscherabschnitte der Wärmeleitrohre (22) Wärmetauscherrippen (23) aufweisen, die so geformt und angeordnet sind, um mit den von den Fluidisierungsvorrichtungen erzeugten Fluidströmen und -wirbeln so in Wirkbeziehung zu gelangen, daß die fluidisierten Teilchen quer zu ihrer
- 10 ursprünglichen Strömungsrichtung beschleunigt werden, wodurch die Quervermischung des Wirbelschichtbettes verbessert wird, die Verweilzeit der Teilchen im Wirbelschichtbett erhöht wird, Gasblasen gut dispergiert werden und der Wärmeübergang von den Wärmetauscherrippen zum Wirbelschichtbett wesentlich verbessert wird.

15

20

25

30

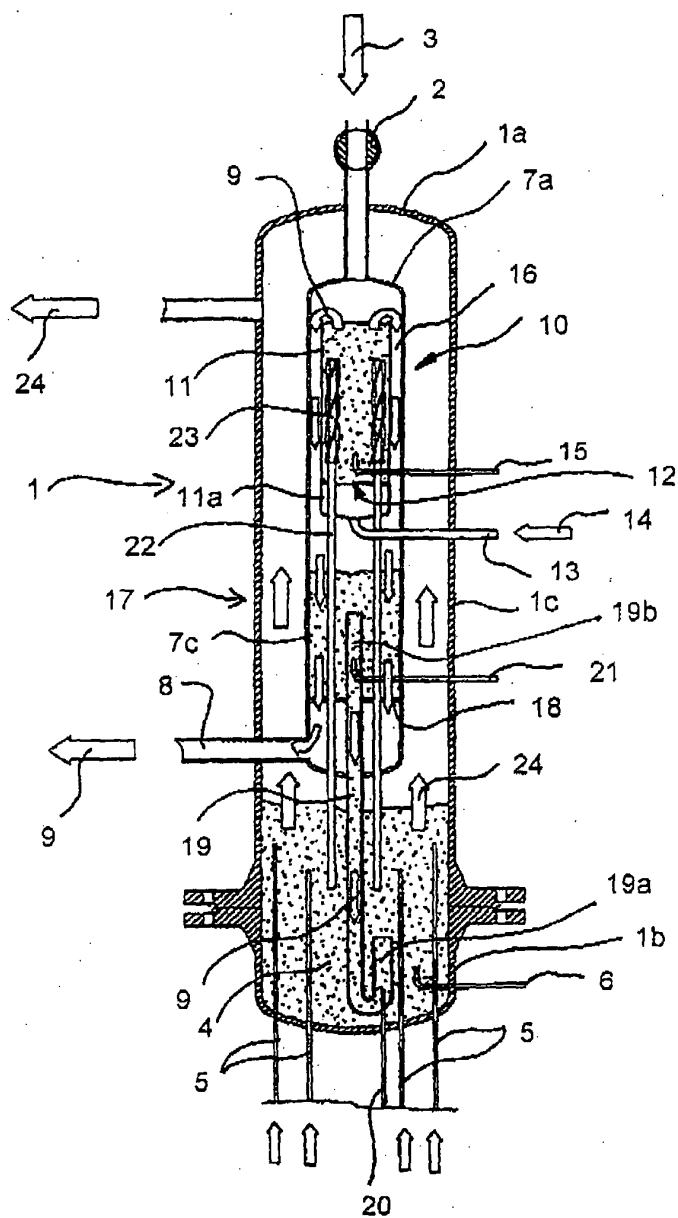


Fig. 1

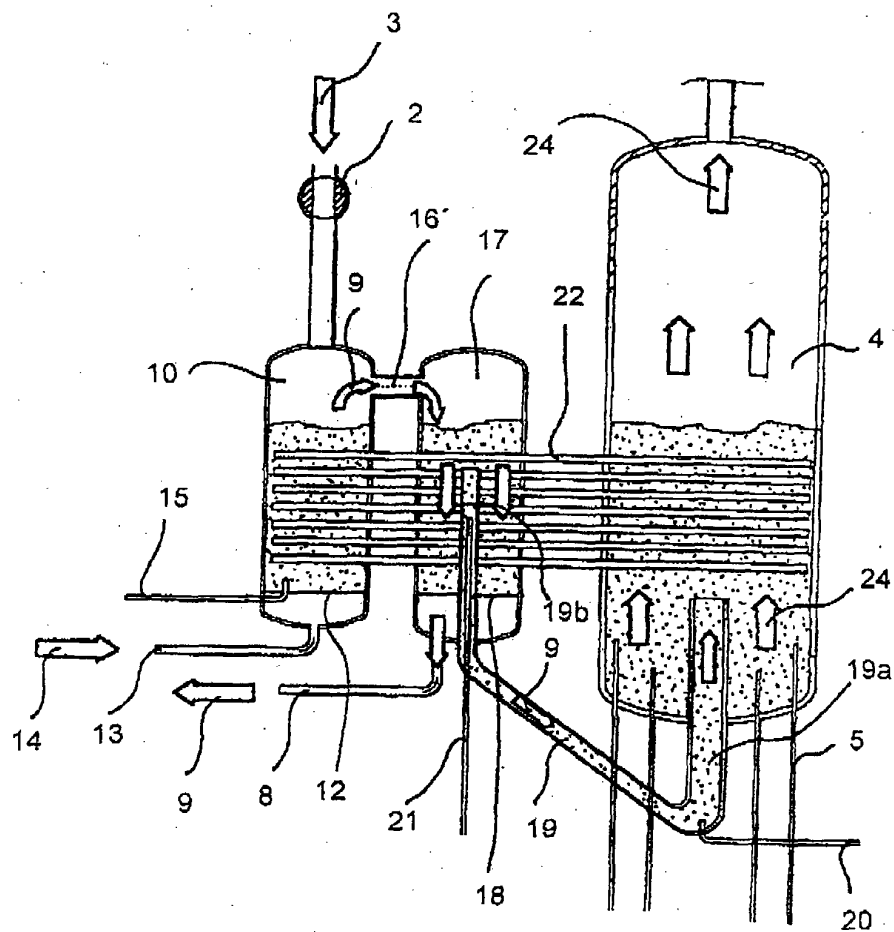


Fig. 2

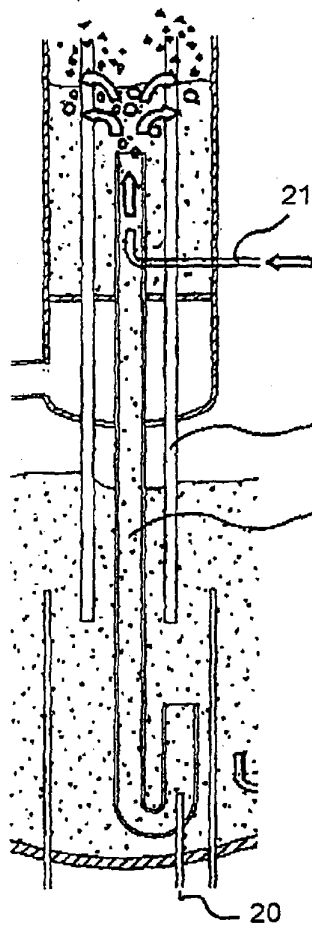


Fig. 3

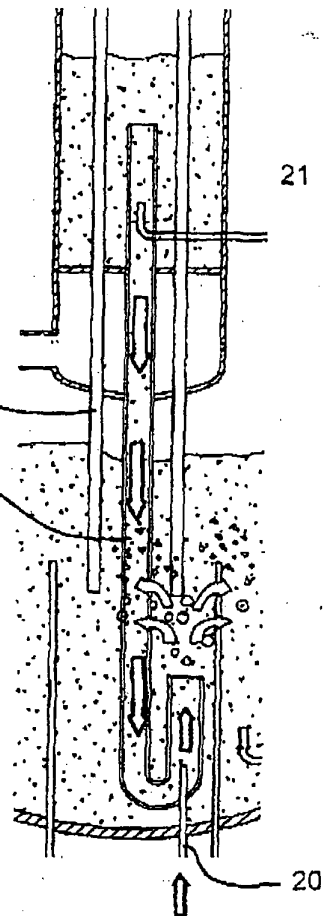


Fig. 4

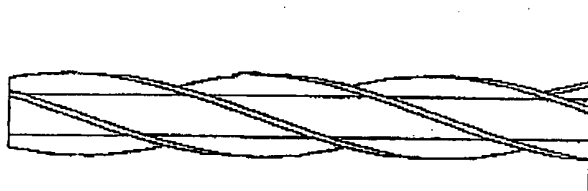


Fig. 5b

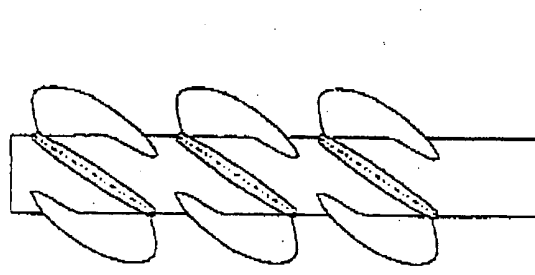


Fig. 5a

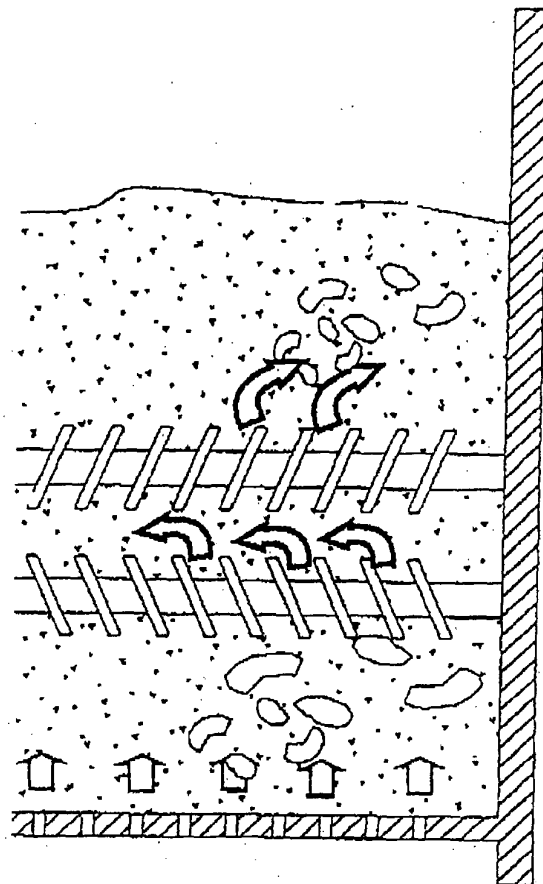


Fig. 5c

